



Docket No.: 50212-524

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Toshiaki OKUNO	:	Confirmation Number: 7692
	:	
Serial No.: 10/639,587	:	Group Art Unit: 2872
	:	
Filed: August 13, 2003	:	Examiner: To be Assigned
	:	
For: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM	:	

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENTS**

Mail Stop CPD  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

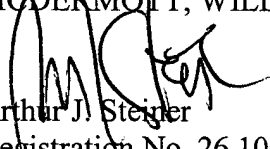
At the time the above-application was filed, priority was claimed based on the following applications:

**Japanese Patent Application No. 2002-240929, filed August 21, 2002**  
**Japanese Patent Application No. 2003-158179, filed June 3, 2003**

A copy of each priority application listed above is enclosed.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Arthur J. Steiner  
Registration No. 26,106

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 AJS:mcw  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: November 24, 2003**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10/639,587

Aug 13, 2003

T. OKUNO

50212-524

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月21日

出願番号

Application Number:

特願2002-240929

[ST.10/C]:

[JP2002-240929]

出願人

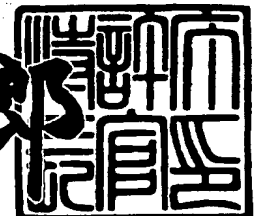
Applicant(s):

住友電気工業株式会社

2003年 4月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030141

【書類名】 特許願

【整理番号】 102Y0415

【提出日】 平成14年 8月21日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 14/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社  
社横浜製作所内

【氏名】 奥野 俊明

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 無温調の直接変調光源より出力された信号光を伝送する光伝送システムであって、

前記直接変調光源の動作波長において正の波長分散を有する光ファイバ伝送路の後段に無温調の分散補償器を備え、

前記分散補償器を通過した後の信号光の波長分散が前記動作波長において温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負である

ことを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 前記光ファイバ伝送路により伝送される多波長の信号光を、前記光ファイバ伝送路の零分散波長を含む第 1 波長域とこれ以外の第 2 波長域とに分波する分波器を備え、

前記分散補償器が前記分波器により分波されて出力された前記第 2 波長域の信号光を分散補償し、

前記分散補償器を通過した後の前記第 2 波長域の何れかの信号光の波長分散が温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負である

ことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 3】 前記分散補償器を通過した後の前記第 2 波長域の全て信号光の波長分散が温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負であることを特徴とする請求項 2 記載の光伝送システム。

【請求項 4】 前記光ファイバ伝送路が波長  $1.3 \mu\text{m}$  近傍に零分散波長を有する単一モード光ファイバからなることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 5】 前記光ファイバ伝送路の波長  $1.38 \mu\text{m}$  における伝送損失が波長  $1.31 \mu\text{m}$  における伝送損失より小さいことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 6】 前記光ファイバ伝送路が波長  $1.35 \mu\text{m} \sim 1.5 \mu\text{m}$  に零分散波長を有することを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 7】 受信器における前記第 2 波長域の何れか信号光のパワーが、前記受信器における前記第 1 波長域の信号光のうち最小パワーより大きいことを特徴とする請求項 2 記載の光伝送システム。

【請求項 8】 受信器における前記第 2 波長域の全ての信号光のパワーが、前記受信器における前記第 1 波長域の信号光のうち最小パワーより大きいことを特徴とする請求項 2 記載の光伝送システム。

【請求項 9】 前記光ファイバ伝送路において信号光をラマン増幅する為のラマン増幅用励起光を前記光ファイバ伝送路に供給する励起光供給手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送システム。

【請求項 10】 前記励起光供給手段が波長  $1.2 \mu\text{m} \sim 1.3 \mu\text{m}$  のラマン増幅用励起光を前記光ファイバ伝送路に供給することを特徴とする請求項 9 記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、信号光波長帯域内の多波長の信号光を直接変調光源より出力し、この多波長の信号光を光ファイバ伝送路により伝送する光伝送システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 光伝送システムは、多波長の信号光を多重化して光ファイバ伝送路により伝送するものであり、大容量の情報を高速に送受信することができる。また、光伝送システムは、信号光伝送経路の全体の累積波長分散の絶対値を小さくすることで、信号光の波形劣化を抑制することができ、これにより、ビットレートを高くすることができ、更なる大容量化が可能である。

【0003】

例えば、特開平 11-204866 号公報に開示された光伝送システムは、多波長の信号光を複数の帯域に分波して、帯域毎に分散補償をするものであって、

これにより、帯域毎に累積波長分散の絶対値の低減を図るものである。

【0004】

文献1「D. A. Atlas, "Chromatic dispersion limitations due to semiconductor laser chirping in conventional and dispersion-shifted single-mode fiber systems", Optics Letters, Vol.13, No.11, pp.1035-1037 (1988)」には、信号光源として直接変調半導体レーザ光源を用いた場合における累積波長分散と伝送特性との関係が示されている。この文献には、良好な信号光伝送品質を得るための分散耐力の値が記載されており、ビットレートが2.5Gb/sであるときには分散耐力が1200ps/nmであり、ビットレートが10Gb/sであるときには分散耐力が80ps/nmである旨が記載されている。

【0005】

文献2「M. Kakui, et al., "2.4Gbit/s repeaterless transmission over 30 km non-dispersion-shifted fibre using directly modulated DFB-LD and dispersion-compensating fibre", Electronics Letters, Vol.31, No.1, pp.51-52 (1995)」に記載された光伝送システムは、信号光源として直接変調半導体レーザ光源を用い、また、分散補償器として分散補償光ファイバを用いて、累積波長分散の絶対値を略零にすることを意図したものである。

【0006】

文献3「M. Tanaka, et al., "Water-peak-suppressed non-zero dispersion shifted fiber for full spectrum coarse WDM transmission in metro networks", OFC2002, WA2」に記載された光伝送システムは、波長1.38μm付近のOH基に因る損失ピークが低減された光ファイバを用いたものである。この文献には、信号光源として直接変調半導体レーザ光源を用いた場合であって、ビットレートが2.5Gb/sであるときに、累積波長分散が1000ps/nm程度で伝送ペナルティが1dBである旨が記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、多波長の信号光の波長間隔が比較的広いCWDM (Coarse WDM) 光伝送を行なう光伝送システム（例えば特開2000-156702号公報を

参照)は、一般に、通信需要が比較的小さい経路で用いられるものであり、システムコスト低減が要求されることから、信号光源として用いられる半導体レーザー光源が直接変調され、また、分散補償が通常行なわれない。

## 【 0 0 0 8 】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、信号光を高品質で伝送することが可能であって特にCWDM光伝送を行なうのに好適な光伝送システムを提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明に係る光伝送システムは、無温調の直接変調光源より出力された信号光を伝送する光伝送システムであって、直接変調光源の動作波長において正の波長分散を有する光ファイバ伝送路の後段に無温調の分散補償器を備え、分散補償器を通過した後の信号光の波長分散が動作波長において温度範囲0℃～60℃で負であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 0 】

この光伝送システムによれば、無温調の直接変調光源より出力された信号光は、直接変調光源の動作波長において正の波長分散を有する光ファイバ伝送路により伝送され、無温調の分散補償器により分散補償される。そして、分散補償器を通過した後の信号光の波長分散が上記動作波長において温度範囲0℃～60℃で負となるように設定されている。これにより、この光伝送システムは、信号光を高品質で伝送することが可能となる。また、直接変調光源および分散補償器それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。

## 【 0 0 1 1 】

本発明に係る光伝送システムは、光ファイバ伝送路により伝送される多波長の信号光を、光ファイバ伝送路の零分散波長を含む第1波長域とこれ以外の第2波長域とに分波する分波器を備え、分散補償器が分波器により分波されて出力された第2波長域の信号光を分散補償し、分散補償器を通過した後の第2波長域の何れかの信号光の波長分散が温度範囲0℃～60℃で負であるのが好適である。

## 【 0 0 1 2 】



この場合には、無温調の直接変調光源より出力された多波長の信号光は、直接変調光源の動作波長において正の波長分散を有する光ファイバ伝送路により伝送され、分波器により第1波長域と第2波長域とに分波される。第1波長域は光ファイバ伝送路の零分散波長を含む波長域であり、第2波長域はこれ以外の波長域である。分波器により分波されて出力された波長分散の絶対値が大きい第2波長域の信号光は、無温調の分散補償器により分散補償される。そして、分散補償器を通過した後の信号光の波長分散が上記動作波長において温度範囲0℃～60℃で負となるように設定されている。これにより、この光伝送システムは、信号光波長帯域内の多波長の信号光を高品質で伝送することが可能となり、特にCWD M光伝送を行なうのに好適なものとなる。また、一方の第2波長域の信号光に対してのみ分散補償器を設ければよく、また、直接変調光源および分散補償器それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。また、CWD M光伝送では信号光の波長間隔が広いので、分波器として安価な光フィルタを用いることができる。

## 【0013】

本発明に係る光伝送システムは、分散補償器を通過した後の第2波長域の全ての信号光の波長分散が温度範囲0℃～60℃で負であるのが好適である。この場合には、更に高品質の信号光伝送が可能となる。

## 【0014】

本発明に係る光伝送システムは、光ファイバ伝送路が波長1.3  $\mu$ m近傍に零分散波長を有する単一モード光ファイバからなるのが好適である。この場合には、既に敷設されている単一モード光ファイバからなる光ファイバ伝送路を利用することができるので、システムコストを安価にすることができる。

## 【0015】

本発明に係る光伝送システムは、光ファイバ伝送路の波長1.38  $\mu$ mにおける伝送損失が波長1.31  $\mu$ mにおける伝送損失より小さいのが好適である。この場合には、波長1.38  $\mu$ m付近の波長の信号光を用いることができ、更なる大容量化が可能である。

## 【0016】

本発明に係る光伝送システムは、光ファイバ伝送路が波長  $1.35\mu\text{m} \sim 1.5\mu\text{m}$  に零分散波長を有するのが好適である。この場合には、信号光波長帯域のうち短波長側における光ファイバ伝送路の波長分散が負値（または小さい正值）であるので、信号光波長帯域内の全波長の信号光の伝送特性を改善することができる。

## 【 0 0 1 7 】

本発明に係る光伝送システムは、受信器における第2波長域の何れか信号光のパワーが、受信器における第1波長域の信号光のうち最小パワーより大きいのが好適である。この場合には、分散補償器の挿入に因る損失増加を抑制し、伝送距離を長くすることができ、システムのロスバジエットの劣化を回避することができる。

## 【 0 0 1 8 】

本発明に係る光伝送システムは、受信器における第2波長域の全ての信号光のパワーが、受信器における第1波長域の信号光のうち最小パワーより大きいのが好適である。この場合には、システム全体のロスバジエットを第1波長域における値で規定することができ、システム設計が容易となる。また、ロスバジエットを十分に確保することができるので、信頼性を向上することができる。

## 【 0 0 1 9 】

本発明に係る光伝送システムは、光ファイバ伝送路において信号光をラマン増幅する為のラマン増幅用励起光を光ファイバ伝送路に供給する励起光供給手段を更に備えるのが好適である。この場合には、ラマン増幅用励起光が供給された光ファイバ伝送路において信号光がラマン増幅されるので、実効的な伝送損失を低減することができ、また、分散補償器の挿入に伴う損失の増加を補償することができる。

## 【 0 0 2 0 】

本発明に係る光伝送システムは、励起光供給手段が波長  $1.2\mu\text{m} \sim 1.3\mu\text{m}$  のラマン増幅用励起光を光ファイバ伝送路に供給するのが好適である。この場合には、特に伝送損失が大きい波長  $1.31\mu\text{m}$  近傍の信号光がラマン増幅され、この波長近傍の実効的な伝送損失を低減することができる。

## 【 0 0 2 1 】

## 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

## 【 0 0 2 2 】

## (第1実施形態)

先ず、本発明に係る光伝送システムの第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る光伝送システム1の構成図である。この図に示される光伝送システム1は、N個（Nは2以上の整数）の送信器 $11_1 \sim 11_N$ 、合波器12、N個の受信器 $21_1 \sim 21_N$ 、分波器22、分散補償器23、分波器 $24_1$ 、分波器 $24_2$ 、および、光ファイバ伝送路30を備えている。

## 【 0 0 2 3 】

各送信器 $11_n$ （nは1以上N以下の任意の整数）は、直接変調された波長 $\lambda_n$ の信号光を出力する無温調の半導体レーザ光源を含む。合波器12は、各送信器 $11_n$ より出力された波長 $\lambda_n$ の信号光を入力し、これらを合波して、多重化された多波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光を光ファイバ伝送路30へ送出する。これらの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ は、波長 $1.3 \mu\text{m}$ 程度から波長 $1.61 \mu\text{m}$ 程度までの信号光波長帯域に含まれるものであって、波長間隔が比較的広い。すなわち、この光伝送システム1は、CWDM光伝送を行うものである。

## 【 0 0 2 4 】

光ファイバ伝送路30は、合波器12より出力された多波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光を分波器22へ伝送する。この光ファイバ伝送路30は、波長 $1.3 \mu\text{m}$ 近傍に零分散波長を有する標準的な単一モード光ファイバからなるのが好適であり、或いは、波長 $1.35 \mu\text{m} \sim 1.5 \mu\text{m}$ に零分散波長を有する非零分散シフト光ファイバからなるのも好適である。また、光ファイバ伝送路30は、波長 $1.38 \mu\text{m}$ における伝送損失が波長 $1.31 \mu\text{m}$ における伝送損失より小さいのが好適である。

## 【 0 0 2 5 】

分波器22は、光ファイバ伝送路30の後段に設けられ、光ファイバ伝送路3

0により伝送された多波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光を入力し、これらを第1波長域 $\Lambda_1$ と第2波長域 $\Lambda_2$ とに分波する。第1波長域 $\Lambda_1$ は光ファイバ伝送路30の零分散波長を含む波長域であり、第2波長域 $\Lambda_2$ はこれ以外の波長域である。光ファイバ伝送路30が標準的な単一モード光ファイバである場合には、第1波長域 $\Lambda_1$ より第2波長域 $\Lambda_2$ の方が長波長側にある。

## 【0026】

分散補償器23は、無温調のものであって、分波器22により分波されて出力された第2波長域 $\Lambda_2$ に含まれる波長 $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$  ( $M$ は2以上( $N-1$ )以下の整数)の信号光を入力して、これらの信号光に対して分散補償して出力する。この分散補償器23は、第2波長域 $\Lambda_2$ において光ファイバ伝送路30の波長分散とは異符号の波長分散を有する。分散補償器23は、例えば分散補償光ファイバが好適に用いられ、この場合には、損失が小さく、他の光ファイバとの接続が容易であり、広帯域で使用可能である。また、分散補償器23は、バルク型のものであってもよく、この場合には、周期性があり、広帯域で使用可能であり、分散特性を可変とすることができ、高入力パワーでも使用可能である。また、分散補償器23は、平面光導波路型のものであってもよく、この場合には、小型化可能であり、広帯域で使用可能であり、高入力パワーでも使用可能である。

## 【0027】

分波器24<sub>1</sub>は、分波器22により分波されて出力された第1波長域 $\Lambda_1$ に含まれる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光を入力して、これらを波長毎に分波して出力する。分波器24<sub>2</sub>は、分散補償器23により分散補償されて出力された第2波長域 $\Lambda_2$ に含まれる波長 $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$ の信号光を入力して、これらを波長毎に分波して出力する。各受信器21<sub>n</sub>は、分波器24<sub>1</sub>または分波器24<sub>2</sub>より出力された波長 $\lambda_n$ の信号光を受信する。

## 【0028】

この光伝送システム1は以下のように動作する。直接変調された無温調の各送信器11<sub>n</sub>により出力された各波長 $\lambda_n$ の信号光は合波器12により合波され、多重化された多波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光が光ファイバ伝送路30へ送出される。光ファイバ伝送路30により伝送されて分波器22に到達した多波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号

光は、分波器 2 2 により第 1 波長域  $\Lambda_1$  と第 2 波長域  $\Lambda_2$  とに分波される。分波器 2 2 により分波されて出力された波長分散の絶対値が小さい第 1 波長域  $\Lambda_1$  に含まれる波長  $\lambda_1 \sim \lambda_M$  の信号光は、分波器 2 4<sub>1</sub> により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>1</sub>  $\sim$  2 1<sub>M</sub> により受信される。一方、分波器 2 2 により分波されて出力された波長分散の絶対値が大きい第 2 波長域  $\Lambda_2$  に含まれる波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$  の信号光は、無温調の分散補償器 2 3 により分散補償された後に、分波器 2 4<sub>2</sub> により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>M+1</sub>  $\sim$  2 1<sub>N</sub> により受信される。

## 【 0 0 2 9 】

このとき、分散補償器 2 3 を通過した後の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の何れかの信号光の波長分散が温度範囲 0℃  $\sim$  6 0℃ で負となるように設定されている。また、分散補償器 2 3 を通過した後の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の全て信号光の波長分散が温度範囲 0℃  $\sim$  6 0℃ で負となるように設定されているのが好適である。また、受信器における第 2 波長域  $\Lambda_2$  の何れか信号光のパワーが、受信器における第 1 波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。また、受信器における第 2 波長域  $\Lambda_2$  の全ての信号光のパワーが、受信器における第 1 波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。

## 【 0 0 3 0 】

波長分散特性および損失特性が上記のようなものであることにより、光伝送システム 1 は、信号光波長帯域内の多波長の信号光を高品質で伝送することが可能となり、特に CWDM 光伝送を行なうのに好適なものとなる。また、一方の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の信号光に対してのみ分散補償器 2 3 を設ければよく、また、各送信器 1 1<sub>n</sub> および分散補償器 2 3 それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。また、CWDM 光伝送では信号光の波長間隔が広いので、分波器 2 2 として安価な光フィルタを用いることができる。

## 【 0 0 3 1 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の波長分散特性を示す図である。ここでは、光ファイバ伝送路 3 0 は、長さ 1 0 0 k m の標準的な単一モード光ファイバからなるものとした。分散補償器 2 3 は、分散補償光ファイバからなる

ものとし、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  において、波長分散が  $-100\ \text{ps}/\text{nm}/\text{km}$  であり、分散スロープが  $0\ \text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$  であり、損失が  $0.5\ \text{dB}/\text{km}$  であった。合波器  $12$ 、分波器  $24_1$  および分波器  $24_2$  それぞれの挿入損失が  $3\ \text{dB}$  であった。分波器  $22$  の挿入損失は  $1\ \text{dB}$  とした。波長  $1.31\ \mu\text{m} \sim 1.61\ \mu\text{m}$  の範囲の  $16$  波の信号光（波長間隔  $20\ \text{nm}$ ）を伝送することとし、ビットレートを  $2.5\ \text{Gb}/\text{s}$  とした。ここでは、分散耐力  $1000\ \text{ps}/\text{nm}$  のシステムを想定した。

## 【 0 0 3 2 】

分散補償器  $23$  を設けない場合には、波長によっては累積波長分散が分散耐力を超える（図中の破線）。しかし、本実施形態に係る光伝送システム  $1$  では、光ファイバ伝送路  $30$  の波長分散の絶対値が大きい第  $2$  波長域  $\Lambda_2$ （波長  $1.42\ \mu\text{m} \sim 1.61\ \mu\text{m}$ ）に含まれる各波長の信号光は、分散補償器  $23$  により分散補償されて、これにより全体の累積波長分散が分散耐力以下となった（図中の実線  $A$  または  $B$ ）。図中の実線  $A$  は、第  $2$  波長域  $\Lambda_2$  における平均波長分散が略零となるように分散補償されたものを示している。図中の実線  $B$  は、第  $2$  波長域  $\Lambda_2$  における平均波長分散が負となるように分散補償されたものを示している。各送信器  $11_n$  が直接変調されるものであることから、実線  $B$  に示されるように、第  $2$  波長域  $\Lambda_2$  における平均波長分散が負となるのが好適である。

## 【 0 0 3 3 】

図  $3$  は、第  $1$  実施形態に係る光伝送システム  $1$  の他の波長分散特性を示す図である。ここでは、光ファイバ伝送路  $30$  は、長さ  $50\ \text{km}$  の非零分散シフト光ファイバからなるものとした。この非零分散シフト光ファイバは、零分散波長が  $1.43\ \mu\text{m}$  であり、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  における損失が  $0.2\ \text{dB}/\text{km}$  であった。分散補償器  $23$  は、分散補償光ファイバからなるものとし、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  において、波長分散が  $-80\ \text{ps}/\text{nm}/\text{km}$  であり、分散スロープが  $-0.1\ \text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$  であり、損失が  $0.5\ \text{dB}/\text{km}$  であった。合波器  $12$ 、分波器  $24_1$  および分波器  $24_2$  それぞれの挿入損失が  $3\ \text{dB}$  であった。分波器  $22$  の挿入損失は  $1\ \text{dB}$  とした。波長  $1.31\ \mu\text{m} \sim 1.61\ \mu\text{m}$  の範囲の  $16$  波の信号光（波長間隔  $20\ \text{nm}$ ）を伝送することとし、ビットレートを  $10\ \text{Gb}/\text{s}$

とした。この場合、システムの分散耐力は  $75 \text{ ps/nm}$  である。

#### 【0034】

このときも、分散補償器 23 を設けない場合には、波長によっては累積波長分散が分散耐力を超える。しかし、本実施形態に係る光伝送システム 1 では、光ファイバ伝送路 30 の波長分散の絶対値が大きい第 2 波長域  $\Lambda_2$  (波長  $1.45 \mu\text{m} \sim 1.61 \mu\text{m}$ ) に含まれる各波長の信号光は、分散補償器 23 により分散補償されて、これにより全体の累積波長分散が負となった。伝送ペナルティは全波長で  $1 \text{ dB}$  以下であった。

#### 【0035】

##### (第 2 実施形態)

次に、本発明に係る光伝送システムの第 2 実施形態について説明する。図 4 は、第 2 実施形態に係る光伝送システム 2 の構成図である。この図に示される光伝送システム 2 は、第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の構成 (図 1) に加えて、光カプラ 41 および励起光源 42 を更に備えるものである。

#### 【0036】

励起光源 42 は、光ファイバ伝送路 30 において信号光をラマン増幅する為のラマン増幅用励起光を出力する。光カプラ 41 は、光ファイバ伝送路 30 の後段であって分波器 22 の前段に設けられ、励起光源 42 より出力された励起光を光ファイバ伝送路 30 に供給するとともに、光ファイバ伝送路 30 により伝送されて到達した多波長の信号光を合波器 22 へ出力する。ラマン増幅用の励起光は、波長  $1.2 \mu\text{m} \sim 1.3 \mu\text{m}$  の励起光を含むのが好適であり、この場合には、波長  $1.3 \mu\text{m} \sim 1.4 \mu\text{m}$  の信号光をラマン増幅することができる。また、このとき、光ファイバ伝送路 30 は、波長  $1.38 \mu\text{m}$  における伝送損失が波長  $1.31 \mu\text{m}$  における伝送損失より小さいのが好適である。

#### 【0037】

この光伝送システム 2 は以下のように動作する。励起光源 42 より出力されたラマン増幅用の励起光は、光カプラ 41 を経て光ファイバ伝送路 30 へ供給される。直接変調された無温調の各送信器  $11_n$  により出力された各波長  $\lambda_n$  の信号光は合波器 12 により合波され、多重化された多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光が光ファイ

バ伝送路 3 0 へ送出される。光ファイバ伝送路 3 0 により伝送される間に信号光はラマン増幅される。そして、光ファイバ伝送路 3 0 により伝送され光カプラ 4 1 を経て分波器 2 2 に到達した多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光は、分波器 2 2 により第 1 波長域  $\Lambda_1$  と第 2 波長域  $\Lambda_2$  とに分波される。分波器 2 2 により分波されて出力された波長分散の絶対値が小さい第 1 波長域  $\Lambda_1$  に含まれる波長  $\lambda_1 \sim \lambda_M$  の信号光は、分波器 2 4<sub>1</sub> により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>1</sub>  $\sim$  2 1<sub>M</sub> により受信される。一方、分波器 2 2 により分波されて出力された波長分散の絶対値が大きい第 2 波長域  $\Lambda_2$  に含まれる波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$  の信号光は、無温調の分散補償器 2 3 により分散補償された後に、分波器 2 4<sub>2</sub> により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>M+1</sub>  $\sim$  2 1<sub>N</sub> により受信される。

## 【 0 0 3 8 】

このとき、分散補償器 2 3 を通過した後の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の何れかの信号光の波長分散が温度範囲 0℃  $\sim$  6 0℃ で負となるように設定されている。また、分散補償器 2 3 を通過した後の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の全て信号光の波長分散が温度範囲 0℃  $\sim$  6 0℃ で負となるように設定されているのが好適である。また、受信器における第 2 波長域  $\Lambda_2$  の何れか信号光のパワーが、受信器における第 1 波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。また、受信器における第 2 波長域  $\Lambda_2$  の全ての信号光のパワーが、受信器における第 1 波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。

## 【 0 0 3 9 】

波長分散特性および損失特性が上記のようなものであることにより、光伝送システム 2 は、信号光波長帯域内の多波長の信号光を高品質で伝送することが可能となり、特に CWDM 光伝送を行なうのに好適なものとなる。また、一方の第 2 波長域  $\Lambda_2$  の信号光に対してのみ分散補償器 2 3 を設ければよく、また、各送信器 1 1<sub>n</sub> および分散補償器 2 3 それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。また、CWDM 光伝送では信号光の波長間隔が広いので、分波器 2 2 として安価な光フィルタを用いることができる。また、本実施形態では、光ファイバ伝送路 3 0 の損失が大きい波長域の信号光をラマン増幅することで



、更に高品質の信号光伝送が可能となる。

#### 【0040】

具体的には、光ファイバ伝送路30は、波長 $1.38\mu\text{m}$ 付近のOH基に因る損失ピークが低減された非零分散シフト光ファイバである。波長 $1.31\mu\text{m}\sim 1.61\mu\text{m}$ の範囲の16波の信号光（波長間隔 $20\text{nm}$ ）を伝送することとし、ビットレートを $2.5\text{Gb/s}$ とする。この場合、システムの分散耐力は $1200\text{ps/nm}$ である。ラマン増幅用の励起光の波長は $1.2\mu\text{m}\sim 1.3\mu\text{m}$ であり、波長 $1.3\mu\text{m}$ 付近の信号光をラマン増幅する。これにより、損失により制限されていた伝送距離が拡張され、或いは、受信パワーが増大して、システムマージンの拡大を図ることができる。例えば、ラマン増幅用励起光の波長が $1.23\mu\text{m}$ であってパワーが $24\text{dBm}$ であれば、波長 $1.33\mu\text{m}$ での伝送距離を $20\text{km}$ 以上長くすることができる。

#### 【0041】

図5は、光ファイバ伝送路の損失特性を示す図である。この図に示されるように、分散補償器23の挿入に因り、第2波長域 $\Lambda_2$ における全損失が増加する。しかし、信号光波長帯域内で全損失は許容値以下であることが重要である。特に波長 $1.3\mu\text{m}$ 近傍の損失と比較して第2波長域 $\Lambda_2$ における全損失が同等以下であれば、システム全体のロスバジエットのパフォーマンスを劣化させない。本実施形態のように、信号光をラマン増幅することにより、高品質の信号光伝送が可能である。

#### 【0042】

##### （第3実施形態）

次に、本発明に係る光伝送システムの第3実施形態について説明する。図6は、第3実施形態に係る光伝送システム3の構成図である。この図に示される光伝送システム3は、 $N$ 個（ $N$ は2以上の整数）の送信器 $11_1\sim 11_N$ 、合波器12、 $N$ 個の受信器 $21_1\sim 21_N$ 、分波器 $22_1$ 、分波器 $22_2$ 、分散補償器 $23_2$ 、分散補償器 $23_3$ 、分波器 $24_1$ 、分波器 $24_2$ 、分波器 $24_3$ 、および、光ファイバ伝送路30を備えている。

#### 【0043】

各送信器 1 1<sub>n</sub> (n は 1 以上 N 以下の任意の整数) は、直接変調された波長  $\lambda_n$  の信号光を出力する無温調の半導体レーザ光源を含む。合波器 1 2 は、各送信器 1 1<sub>n</sub> より出力された波長  $\lambda_n$  の信号光を入力し、これらを合波して、多重化された多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光を光ファイバ伝送路 3 0 へ送出する。これらの波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  は、波長 1. 3  $\mu\text{m}$  程度から波長 1. 6 1  $\mu\text{m}$  程度までの信号光波長帯域に含まれるものであって、波長間隔が比較的広い。すなわち、この光伝送システム 3 は、CWDМ光伝送を行うものである。

## 【 0 0 4 4 】

光ファイバ伝送路 3 0 は、合波器 1 2 より出力された多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光を分波器 2 2<sub>1</sub> へ伝送する。この光ファイバ伝送路 3 0 は、波長 1. 3  $\mu\text{m}$  近傍に零分散波長を有する標準的な単一モード光ファイバからなるのが好適であり、或いは、波長 1. 3 5  $\mu\text{m} \sim 1. 5 \mu\text{m}$  に零分散波長を有する非零分散シフト光ファイバからなるのも好適である。また、光ファイバ伝送路 3 0 は、波長 1. 3 8  $\mu\text{m}$  における伝送損失が波長 1. 3 1  $\mu\text{m}$  における伝送損失より小さいのが好適である。

## 【 0 0 4 5 】

分波器 2 2<sub>1</sub> は、光ファイバ伝送路 3 0 の後段に設けられ、光ファイバ伝送路 3 0 により伝送された多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$  の信号光を入力し、これらを第 1 波長域  $\Lambda_1$  と第 2 波長域  $\Lambda_2$  とに分波する。第 1 波長域  $\Lambda_1$  は光ファイバ伝送路 3 0 の零分散波長を含む波長域であり、第 2 波長域  $\Lambda_2$  はこれ以外の波長域である。光ファイバ伝送路 3 0 が標準的な単一モード光ファイバである場合には、第 1 波長域  $\Lambda_1$  より第 2 波長域  $\Lambda_2$  の方が長波長側にある。また、分波器 2 2<sub>2</sub> は、分波器 2 2<sub>1</sub> により分波されて出力された第 2 波長域  $\Lambda_2$  に含まれる波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$  (M は 2 以上 (N - 1) 以下の整数) の信号光を入力して、これを更に 2 つの波長域に分波して出力する。

## 【 0 0 4 6 】

分散補償器 2 3<sub>2</sub> は、無温調のものであって、分波器 2 2<sub>2</sub> により分波されて出力された第 2 波長域  $\Lambda_2$  のうちの波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_L$  (L は (M + 2) 以上 (N - 1) 以下の整数) の信号光を入力して、これらの信号光に対して分散補償して出力する

。分散補償器 2 3<sub>3</sub>は、無温調のものであって、分波器 2 2<sub>2</sub>により分波されて出力された第 2 波長域  $\Lambda_2$ のうちの波長  $\lambda_{L+1} \sim \lambda_N$ の信号光を入力して、これらの信号光に対して分散補償して出力する。これらの分散補償器 2 3<sub>2</sub>, 2 3<sub>3</sub>は、各波長域において光ファイバ伝送路 3 0 の波長分散とは異符号の波長分散を有し、例えば分散補償光ファイバが好適に用いられる。

## 【 0 0 4 7 】

分波器 2 4<sub>1</sub>は、分波器 2 2<sub>1</sub>により分波されて出力された第 1 波長域  $\Lambda_1$ に含まれる波長  $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光を入力して、これらを波長毎に分波して出力する。分波器 2 4<sub>2</sub>は、分散補償器 2 3<sub>2</sub>により分散補償されて出力された第 2 波長域  $\Lambda_2$ のうちの波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_L$ の信号光を入力して、これらを波長毎に分波して出力する。分波器 2 4<sub>3</sub>は、分散補償器 2 3<sub>3</sub>により分散補償されて出力された第 2 波長域  $\Lambda_2$ のうちの波長  $\lambda_{L+1} \sim \lambda_N$ の信号光を入力して、これらを波長毎に分波して出力する。各受信器 2 1<sub>n</sub>は、分波器 2 4<sub>1</sub> ~ 2 4<sub>3</sub>の何れかより出力された波長  $\lambda_n$ の信号光を受信する。

## 【 0 0 4 8 】

この光伝送システム 3 は以下のように動作する。直接変調された無温調の各送信器 1 1<sub>n</sub>により出力された各波長  $\lambda_n$ の信号光は合波器 1 2 により合波され、多重化された多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光が光ファイバ伝送路 3 0 へ送出される。光ファイバ伝送路 3 0 により伝送されて分波器 2 2<sub>1</sub>に到達した多波長  $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の信号光は、分波器 2 2<sub>1</sub>により第 1 波長域  $\Lambda_1$ と第 2 波長域  $\Lambda_2$ とに分波される。分波器 2 2<sub>1</sub>により分波されて出力された波長分散の絶対値が小さい第 1 波長域  $\Lambda_1$ に含まれる波長  $\lambda_1 \sim \lambda_M$ の信号光は、分波器 2 4<sub>1</sub>により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>1</sub> ~ 2 1<sub>M</sub>により受信される。一方、分波器 2 2<sub>1</sub>により分波されて出力された波長分散の絶対値が大きい第 2 波長域  $\Lambda_2$ に含まれる波長  $\lambda_{M+1} \sim \lambda_N$ の信号光は、分波器 2 2<sub>2</sub>により更に 2 つの波長域に分波され、無温調の分散補償器 2 3<sub>2</sub>, 2 3<sub>3</sub>により分散補償された後に、分波器 2 4<sub>2</sub>, 2 4<sub>3</sub>により波長毎に分波されて、受信器 2 1<sub>M+1</sub> ~ 2 1<sub>N</sub>により受信される。

## 【 0 0 4 9 】

このとき、分散補償器 2 3<sub>2</sub>, 2 3<sub>3</sub>を通過した後の第 2 波長域  $\Lambda_2$ の何れかの

信号光の波長分散が温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負となるように設定されている。また、分散補償器  $23_2$ ,  $23_3$  を通過した後の第2波長域  $\Lambda_2$  の全て信号光の波長分散が温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負となるように設定されているのが好適である。また、受信器における第2波長域  $\Lambda_2$  の何れか信号光のパワーが、受信器における第1波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。また、受信器における第2波長域  $\Lambda_2$  の全ての信号光のパワーが、受信器における第1波長域  $\Lambda_1$  の信号光のうち最小パワーより大きくなるように設定されているのが好適である。

## 【0050】

波長分散特性および損失特性が上記のようなものであることにより、光伝送システム3は、信号光波長帯域内の多波長の信号光を高品質で伝送することが可能となり、特にCWDM光伝送を行なうのに好適なものとなる。また、一方の第2波長域  $\Lambda_2$  の信号光に対してのみ分散補償器  $23_2$ ,  $23_3$  を設ければよく、また、各送信器  $11_n$  および分散補償器  $23$  それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。また、CWDM光伝送では信号光の波長間隔が広いので、分波器  $22_1$ ,  $22_2$  として安価な光フィルタを用いることができる。特に本実施形態では、第2波長域  $\Lambda_2$  の信号光を更に2つの波長域に分波して、その各々に対して分散補償器が設けられることから、より高品質の信号光伝送が可能となる。さらに、分散補償器  $23_2$ ,  $23_3$  に対する損失要求特性が緩和されるので、システム設計が容易である。

## 【0051】

図7は、第3実施形態に係る光伝送システム3の波長分散特性を示す図である。分散補償器  $23_2$ ,  $23_3$  を設けない場合には、波長によっては累積波長分散が分散耐力を超える。しかし、本実施形態に係る光伝送システム3では、光ファイバ伝送路30の波長分散の絶対値が大きい第2波長域  $\Lambda_2$  (波長  $1.4\mu\text{m} \sim 1.61\mu\text{m}$ ) に含まれる各波長の信号光は、分散補償器  $23_2$ ,  $23_3$  により分散補償されて、これにより全体の累積波長分散が負となる。

## 【0052】

(実施例)

次に、第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の具体的な実施例 1 ～ 3 について説明する。何れの実施例でも、信号光の波長を 1 2 7 5 n m, 1 3 0 0 n m, 1 3 2 5 n m, 1 3 5 0 n m, 1 5 3 0 n m, 1 5 5 0 n m, 1 5 7 0 n m および 1 5 9 0 n m とした。また、第 2 波長域  $\Lambda_2$  を 1 5 3 0 n m ～ 1 5 9 0 n m とした。

## 【 0 0 5 3 】

実施例 1 では、光ファイバ伝送路 3 0 は、長さ 1 0 0 k m の標準的な単一モード光ファイバからなるものとした。分散補償器 2 3 は、分散補償光ファイバからなるものとし、波長 1. 5 5  $\mu$  m において、波長分散が  $-120 \text{ ps/nm/km}$  であり、分散スロープが  $-0.4 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$  であり、伝送損失が 0. 5 d B / k m であった。ビットレートを 2. 5 G b / s とした。そして、分散補償光ファイバの長さを変えて、全体の波長分散特性を評価した。図 8 は、実施例 1 の波長分散特性を纏めた図表である。この図には、分散補償光ファイバの長さ (k m)、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における累積波長分散の最大値 (p s / n m)、および、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における最悪伝送ペナルティ (d B) が纏められている。分散補償光ファイバが長さ 7 k m であるとき、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における累積波長分散の最大値が約 1 0 0 0 p s / n m であり、最悪伝送ペナルティが 1. 0 d B であった。分散補償光ファイバが長さ 1 4 k m であるとき、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における累積波長分散の最大値が約 2 0 p s / n m であり、最悪伝送ペナルティが 0. 1 d B であった。分散補償光ファイバが長さ 1 4. 3 k m であるとき、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における累積波長分散の最大値が約  $-20 \text{ ps/nm}$  であり、最悪伝送ペナルティが  $-0.1 \text{ dB}$  であった。分散補償光ファイバが長さ 1 5 k m であるとき、第 2 波長域  $\Lambda_2$  における累積波長分散の最大値が約  $-100 \text{ ps/nm}$  であり、最悪伝送ペナルティが  $-0.2 \text{ dB}$  であった。すなわち、分散補償光ファイバが長さ 1 4. 3 k m または 1 5 k m であるときに、第 2 波長域  $\Lambda_2$  の全域で累積波長分散が負となって、送信器・受信器が直結の場合より伝送ペナルティが改善した。

## 【 0 0 5 4 】

実施例 2 では、光ファイバ伝送路 3 0 は、長さ 1 2 5 k m の非零分散シフト光

ファイバからなるものとし、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  において、波長分散が  $8\ \text{ps}/\text{nm}/\text{km}$  であり、分散スロープが  $0.06\ \text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$  であり、伝送損失が  $0.2\ \text{dB}/\text{km}$  であった。分散補償器 23 は、分散補償光ファイバからなるものとし、波長  $1.55\ \mu\text{m}$  において、波長分散が  $-100\ \text{ps}/\text{nm}/\text{km}$  であり、分散スロープが  $-0.6\ \text{ps}/\text{nm}^2/\text{km}$  であり、伝送損失が  $0.52\ \text{dB}/\text{km}$  であった。ビットレートを  $2.5\ \text{Gb}/\text{s}$  とした。そして、分散補償光ファイバの長さを変えて、全体の波長分散特性を評価した。図 9 は、実施例 2 の波長分散特性を纏めた図表である。この図には、信号光の各波長について、分散補償光ファイバの長さ (km)、累積波長分散の最大値 ( $\text{ps}/\text{nm}$ ) および伝送ペナルティ (dB) が纏められている。この図から判るように、何れの信号光波長においても、累積波長分散が負であるときに、伝送ペナルティが負となっている。

## 【0055】

実施例 3 では、実施例 2 の場合と同様の光ファイバ伝送路 30 および分散補償器 23 (分散補償光ファイバ) を用いた。ビットレートを  $10\ \text{Gb}/\text{s}$  とした。そして、分散補償光ファイバの長さを変えて、全体の波長分散特性を評価した。図 10 は、実施例 3 の伝送ペナルティ特性を纏めた図表である。この図には、信号光の各波長について、分散補償光ファイバの長さ (km) および伝送ペナルティ (dB) が纏められている。この図から判るように、何れの信号光波長においても、分散補償光ファイバの長さを適切に設定することにより、累積波長分散が負となり、伝送ペナルティが負となっている。

## 【0056】

## 【発明の効果】

以上、詳細に説明したとおり、本発明によれば、信号光を高品質で伝送することが可能となる。また、直接変調光源および分散補償器それぞれが無温調であるので、システムコストが安価なものとなる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の構成図である。

【図 2】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の波長分散特性を示す図である。

【図 3】

第 1 実施形態に係る光伝送システム 1 の波長分散特性を示す図である。

【図 4】

第 2 実施形態に係る光伝送システム 2 の構成図である。

【図 5】

光ファイバ伝送路の損失特性を示す図である。

【図 6】

第 3 実施形態に係る光伝送システム 3 の構成図である。

【図 7】

第 3 実施形態に係る光伝送システム 3 の波長分散特性および損失特性を示す図である。

【図 8】

実施例 1 の波長分散特性を纏めた図表である。

【図 9】

実施例 2 の波長分散特性を纏めた図表である。

【図 1 0】

実施例 3 の伝送ペナルティ特性を纏めた図表である。

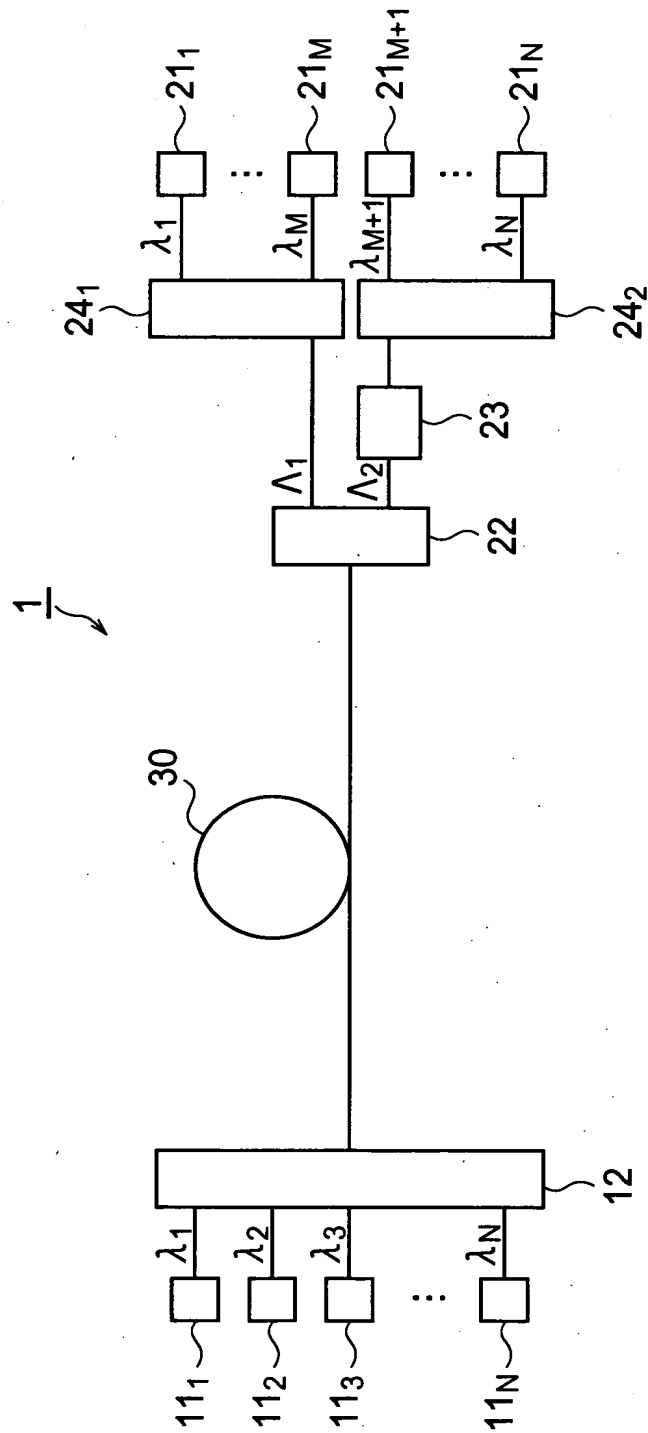
【符号の説明】

1 ～ 4 … 光伝送システム、 1 1 … 送信器、 1 2 … 合波器、 2 1 … 受信器、 2 2 … 分波器、 2 3 … 分散補償器、 2 4 … 分波器、 3 0 … 光ファイバ伝送路、 4 1 … 光カプラ、 4 2 … 励起光源。

【書類名】

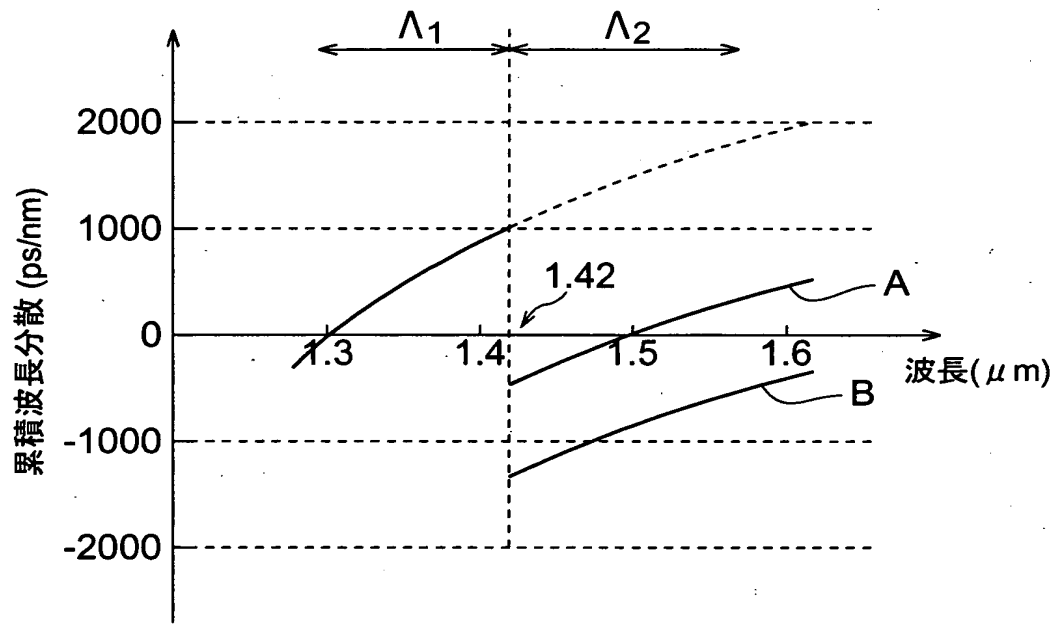
図面

【図 1】

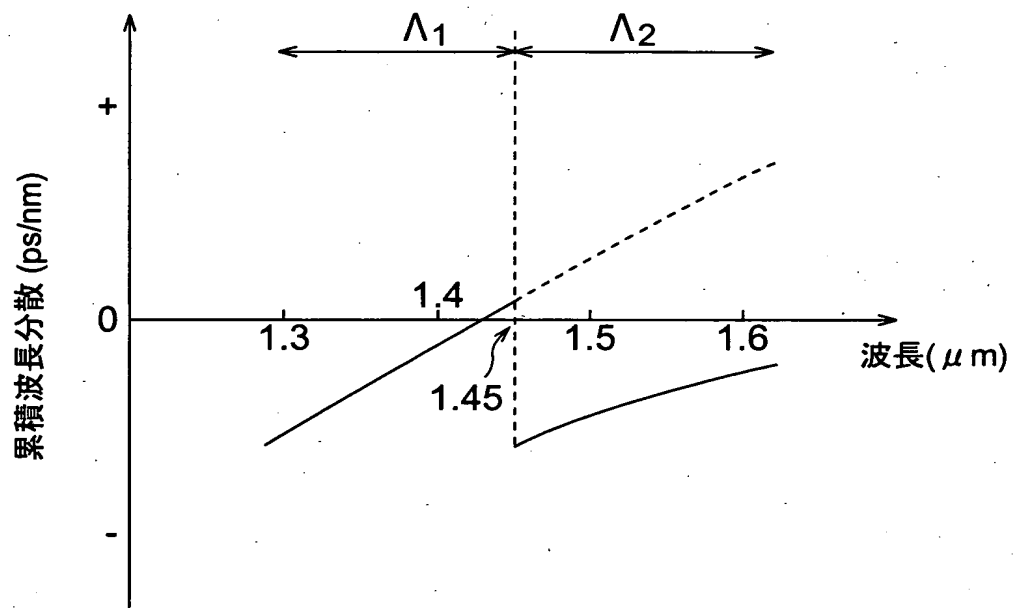




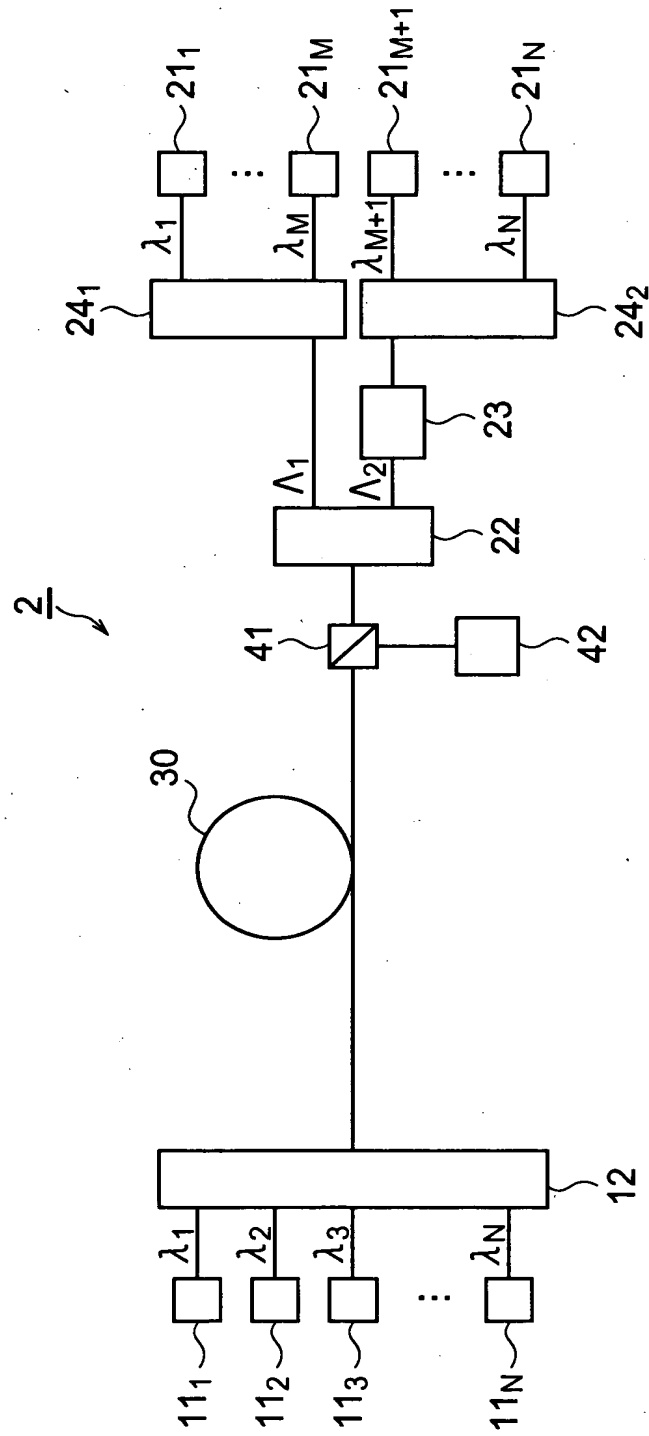
【図 2】



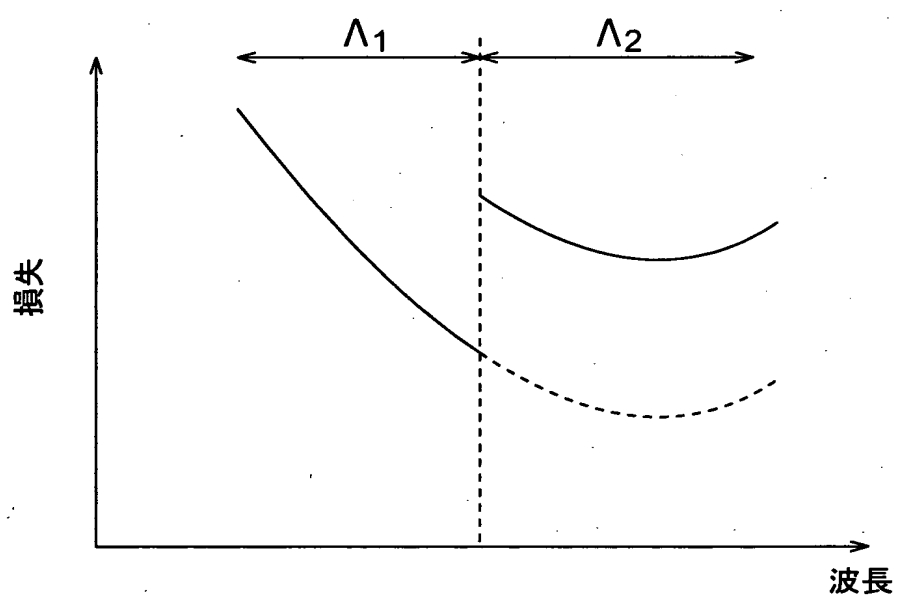
【図 3】



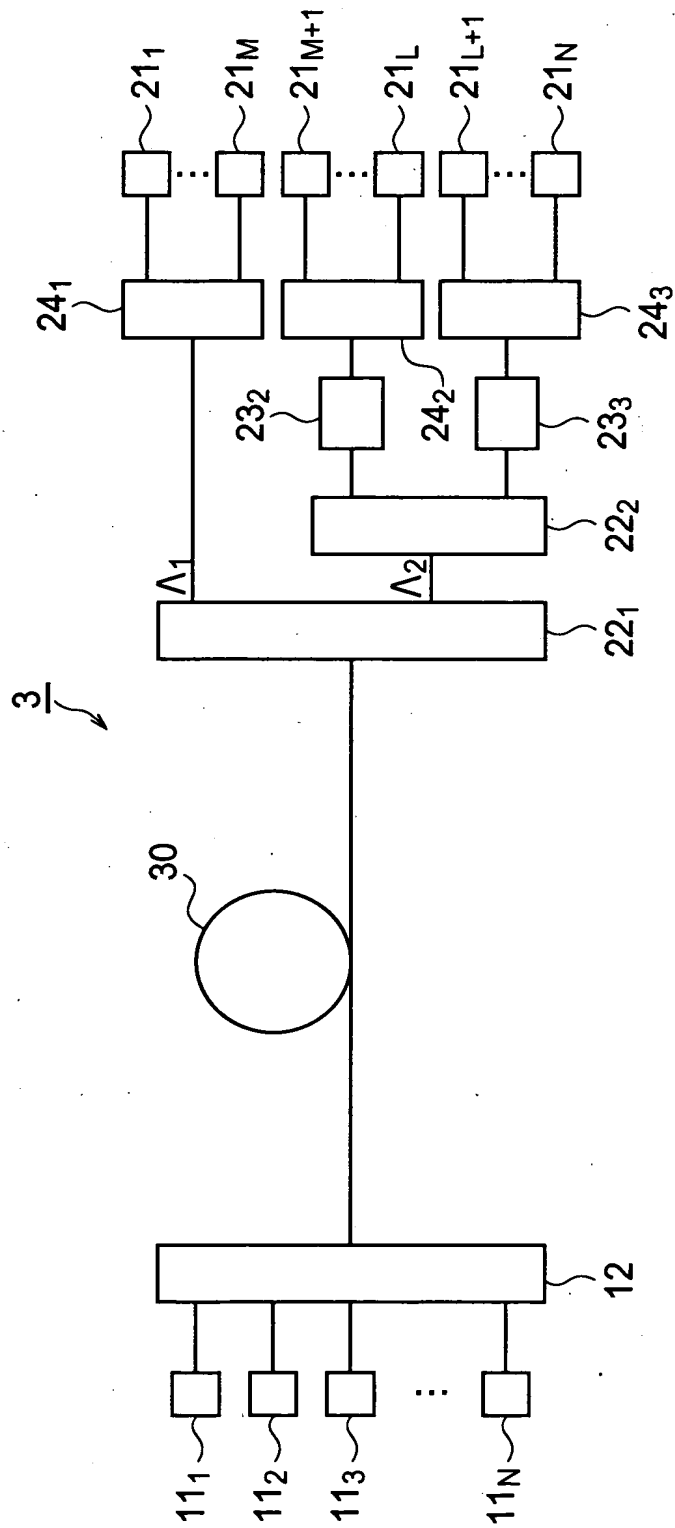
【図 4】



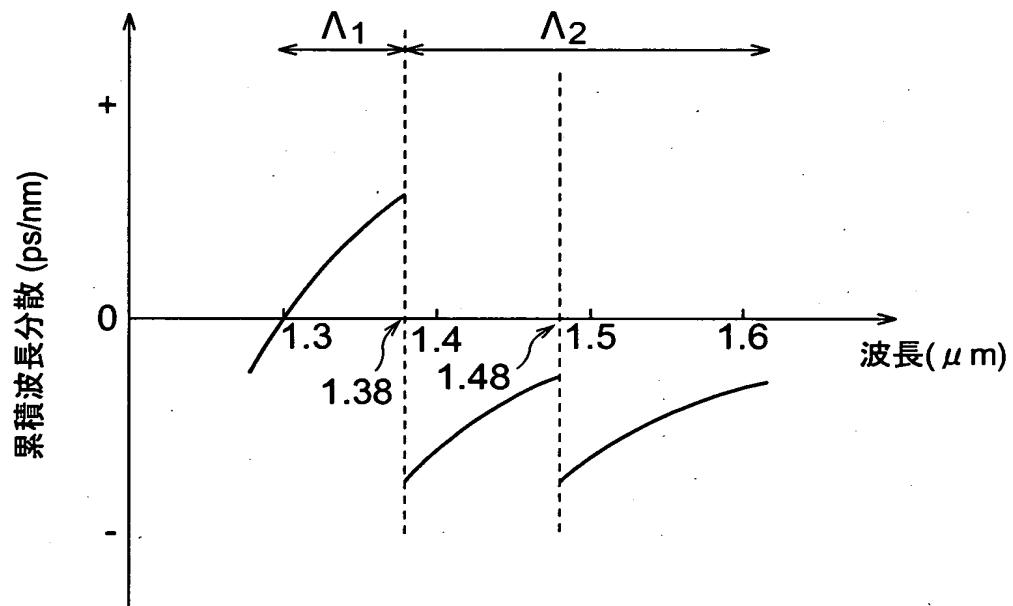
【図 5】



【图 6】



【図 7】



【図 8】

ファイバ長	最大累積波長分散	最大伝送ペナルティ
7	1000	1.0
14	20	0.1
14.3	-20	-0.1
15	-100	-0.2

【図 9】

ファイバ長	1530 nm		1550 nm		1570 nm		1590 nm	
	累積波長分散	伝送ペナルティ	累積波長分散	伝送ペナルティ	累積波長分散	伝送ペナルティ	累積波長分散	伝送ペナルティ
5	410	0.5	501	0.5	585	0.6	671	0.7
9	58	0.1	99	0.2	134	0.3	177	0.3
10	-30	-0.1	1	0.1	25	0.1	54	0.1
10.5	-70	-0.2	-47	-0.1	-31	-0.1	-4	0
11	-119	-0.2	-102	-0.2	-94	-0.2	-71	-0.2
15	-462	-0.2	-493	-0.3	-541	-0.3	-572	-0.3



【図 1 0】

ファイバ長	1530nm	1550nm	1570nm	1590nm
9	0.8	1.1	1.7	3.1
10	-0.1	0.1	0.3	0.6
10.5	-0.2	-0.1	-0.1	0
11	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 信号光を高品質で伝送することが可能であって特にCWDM光伝送を行なうのに好適な光伝送システムを提供する。

【解決手段】 直接変調された無温調の各送信器  $11_n$  により出力された各波長  $\lambda_n$  の信号光は合波器  $12$  により合波され、光ファイバ伝送路  $30$  により伝送され、分波器  $22$  により第1波長域  $\Lambda_1$  と第2波長域  $\Lambda_2$  とに分波される。分波器  $22$  により出力された波長分散の絶対値が大きい第2波長域  $\Lambda_2$  の信号光は、無温調の分散補償器  $23$  により分散補償される。分散補償器  $23$  を通過した後の第2波長域  $\Lambda_2$  の何れかの信号光の波長分散が温度範囲  $0^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$  で負となるように設定されている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002130]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
氏 名	住友電気工業株式会社